

The Influence of Welding Technique With Variation of Current on Surface Defects and Penetration of ST40 Steel

[Pengaruh Teknik Pengelasan dengan Variasi Arus Terhadap Cacat Permukaan dan Penetrasi Pada Baja ST40]

M. Hidayatur Rokhim¹⁾, Mulyadi ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: mulyadi@umsida.ac.id

Abstract. *One of the connection of one place starting from several materials or materials that are solid is one of the welding methods, as for the factors that can affect the quality of the weld results which include the process of tools and materials to be used, welding direction, welding electrode movement patterns, in order to use and select electrodes. In this study ST 40 steel plate, testing was carried out with 3 specimens using U and zigzag movement patterns and the direction of welding used back and forth. variations in electric current used are 40 A, 60 A, 80 A. This study has the aim of influencing welding techniques using current variations. The test results that the welding process using welding techniques consisting of movement patterns, welding direction and welding time does not affect the weld defects in the welding results. Welds defects that occur due to variations in the current used.*

Keywords - *Welding Technique, Current Variation, Weld Defects, Macro Test, Non Destructive test*

Abstrak. *Salah satu penyambungan satu tempat mulai dari beberapa material atau bahan yang bersifat padat merupakan salah satu metode pengelasan, adapun faktor yang dapat mempengaruhi suatu kualitas hasil lasan yang meliputi proses alat dan material yang akan dipakai, arah pengelasan, pola gerakan elektroda pengelasan, secara urut untuk penggunaan serta pemilihan elektroda. Pada penelitian ini plat baja ST 40, pengujian dilakukan dengan 3 spesimen dengan menggunakan pola gerakan U dan zigzag serta arah pengelasac yang digunakan maju mundur. variasi arus listrik yang digunakan adalah 40 A, 60 A, 80 A. Penelitian ini memiliki tujuan pengaruh teknik pengelasan dengan menggunakan variasi arus. Hasil pengujian bahwa proses pengelasan dengan menggunakan teknik pengelasan yang terdiri dari pola gerakan, arah pengelasan dan waktu pengelasan tidak mempengaruhi cacat las pada hasil pengelasan. cacat las yang terjadi dikarenakan variasi arus yang digunakan.*

Kata Kunci - *Pola Gerakan Elektroda, Arah Pengelasan, Variasi Arus, Cacat Las, Uji Makro, Uji Porositas*

I. PENDAHULUAN

Pada saat pertumbuhan teknologi semakin berkembang pesat banyak teknologi yang dimanfaatkan untuk mempermudah pekerjaan. Salah satunya teknologi pengelasan, menurut Fauzan dan Habibi dalam Viktor dan Nur (2019:54) pengelasan merupakan penggunaan energi panas untuk menyambung dua atau lebih bagian logam sehingga mengalami perubahan struktur metalografi, deformasi dan tegangan termal pada logam di sekitar area pengelasan. Penggunaan metode yang benar dan tepat pada proses pengelasan merupakan salah satu cara untuk mengurangi dampak buruk tersebut [1]. Rahmataziznabawi dalam Amin dan Taufiq (2020:25) Proses pengelasan mungkin terlihat sederhana, namun sebenarnya ada banyak faktor yang harus diperhatikan saat melakukan proses pengelasan. Saat merancang rangka dan struktur mesin dengan sambungan las, harus juga merencanakan metode pengelasan, metode inspeksi, bahan las dan jenis pengelasan yang akan digunakan [2]. Menurut Adhie Saputra (2021:1) Salah satu teknologi pengelasan yang banyak digunakan adalah SMAW (Shielding Metal Arc Welding) [3]. Menurut Arif marwanto (2007:2) *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dikenal juga dengan istilah *Manual Metal Arc Welding* (MMAW) atau Las Elektroda Terbungkus merupakan suatu proses menyatukan dua atau lebih potongan logam untuk membentuk sambungan permanen, penggunaan bahan tambahan/pengisi berupa sumber panas listrik atau elektroda terbungkus [4]. Yofan dan Abdul (2018:10) berpendapat bahwa Pengelasan dengan mesin *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) banyak digunakan dalam bidang konstruksi, perkapalan, fabrikasi, dan pada usaha perbengkelan yang sederhana. Dikarenakan penggunaannya yang mudah, biayanya murah, tidak membutuhkan perawatan tinggi, dan dapat digunakan pada pekerjaan-pekerjaan yang memiliki kualitas tinggi [5]. Menurut Yafet Bontang, Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut [6]. Berdasarkan Duniawan dalam Imam, dkk (2019:143) Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang

diperlukan, pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh, posisi pengelasan, pola dari gerakan elektroda, dan besar arus yang digunakan [7].

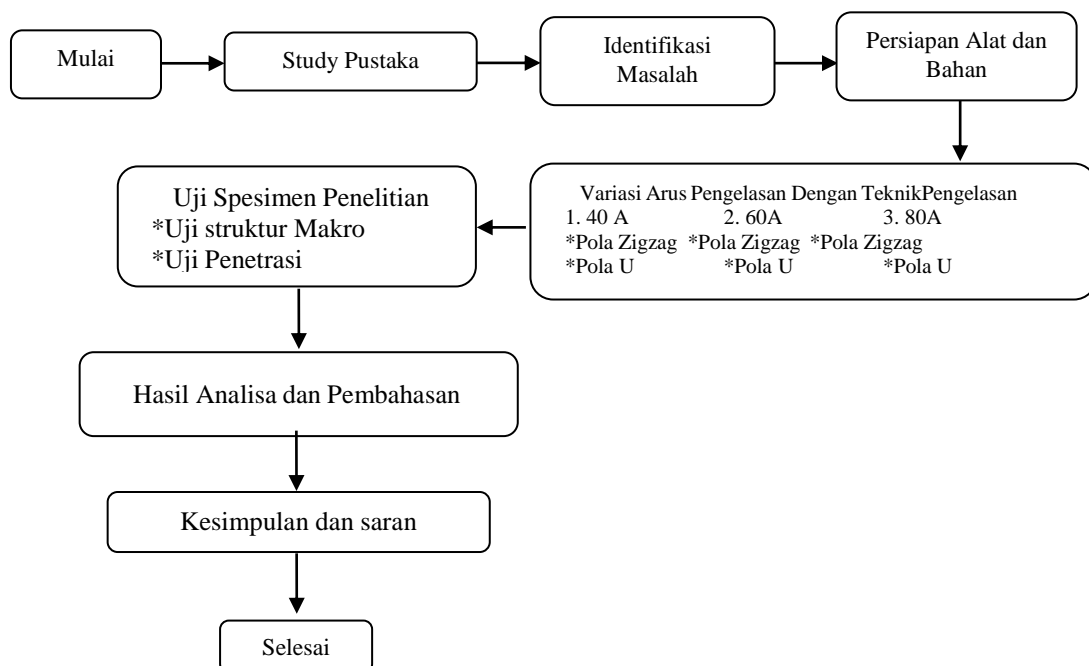
Berdasarkan Firman dan Hesti (2023:121), Sambungan las adalah sambungan yang paling rentan terhadap kegagalan selama konstruksi, sifat material berubah karena pengaruh panas dan sambungan rentan terhadap cacat pengelasan [8]. Menurut ASME dalam Asni, dkk (2022:262) Cacat las adalah perubahan fisik dari hasil pengelasan yang dapat mempengaruhi kualitas hasil pengelasan yang disebabkan oleh kesalahan dalam metode pengelasan [9]. Konstruksi yang terkena beban dinamis harus memperhatikan hal ini, karena merupakan salah satu penentu ketangguhan material. Sehingga dibutuhkanlah suatu eksperimen untuk mendapatkan hasil yang validitas.

Dengan demikian dilakukan penelitian pada pengelasan SMAW yaitu teknik pengelasan yang meliputi pola gerakan elektroda, serta arah pengelasan dengan pengambilan arus listrik yang berbeda yaitu 40A, 60A dan 80A. Dimana yang digunakan 40A merupakan penentu batas arus minimum dan 80A merupakan penentu batas arus maksimum. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui arus yang paling efisien dan pengaruh perubahan arus dan pergerakan elektroda pada area struktur makro dan cacat las yang terjadi.

II. METODE

Pada penelitian kali ini menggunakan metode eksperimen yang dimana menurut Fakhri, dkk (2022:25-26) pada prosesnya dilakukan dengan cara melakukan suatu percobaan pada bahan yang diuji [10]. Shofwan, dkk (2021: 193) Pengelasan dilakukan pada baja ST 40 kemudian plat material yang telah disiapkan dipotong-potong, dibentuk dan dirapuhkan kemudian di las menggunakan pengelasan SMAW (*Sub Metal Arc Welding*) dengan perlakuan variasi kuat arus listrik pengelasan, arus yang digunakan dari 40A, 60A dan 80A [11].

Amanto dalam Bagus, dkk (2019: 132) Spesimen yang digunakan yaitu baja ST 40 tergolong dalam kategori baja karbon rendah adalah baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3% C [12]. Menurut Erika dan Nizhar (2022:52) dengan memiliki dimensi 160 x 100 x 6 mm, Setelah selesai dibentuk benda kerja siap dilas dengan menggunakan Elektroda AWS E307-16 [13]. Uji yang digunakan adalah uji *Penetrant test* dan uji makro. Berdasarkan Irwansyah (2019: 9-10) uji *Penetrant Test* juga dikenal sebagai *Dye Penetrant Check* yang merupakan teknik *Non-Destructive Testing* yang dirancang untuk mencari retakan pada bahan [14], dan tujuan uji makro menurut Atha, dkk (2022: 39) adalah untuk mengamati daerah las, yaitu mengukur lebar logam las dan mengetahui adanya cacat las [15]. Pengelasan dilakukan sesuai dengan variasi pola gerakan elektroda, arah pengelasan dan waktu pengelasan yang telah ditentukan. Alur dari tahapan proses penelitian ditunjukkan pada diagram alur prosedur penelitian berikut ini:



Gambar 1. Alur Prosedur Penelitian [1]

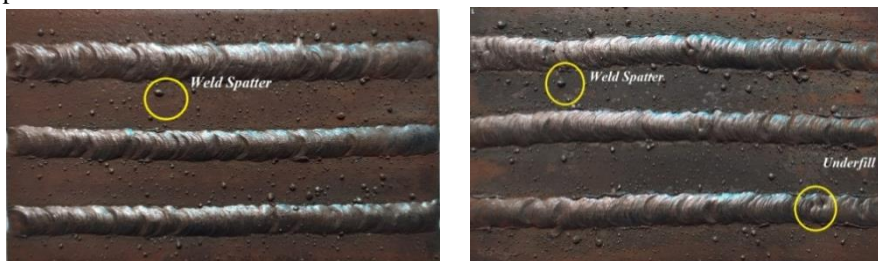
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses pengelasan selesai, hasilnya kemudian dilanjutkan dengan tahapan pengujian, Aladin (2019:4) [16]. Diantaranya adalah pengujian pengamatan struktur makro dan uji *penetrasi test*. Dengan tujuan untuk mengetahui cacat las yang terjadi. Berdasarkan Yogga (2021:17) Cacat pengelasan dapat terjadi dikarenakan banyak hal yang meliputi ampere mesin las yang terlalu besar, daerah pengelasan yang lembab serta basah, permukaan metal yang tidak bersih, dan sebagainya [17]. Menurut Indah Primahadin dalam Ari, dkk (2022:107) Terdapat beberapa jenis – jenis cacat las diantaranya adalah Keropos (*Porosity*), Percikan Las (*Spatter*), Inklusi Terak (*Slug Inclusion*), *Incomplete Penetration* (IP), Cacat *Incomplete Fusion*, Cacat *Undercut* dan lain-lain [18].

A. Hasil Uji Makro

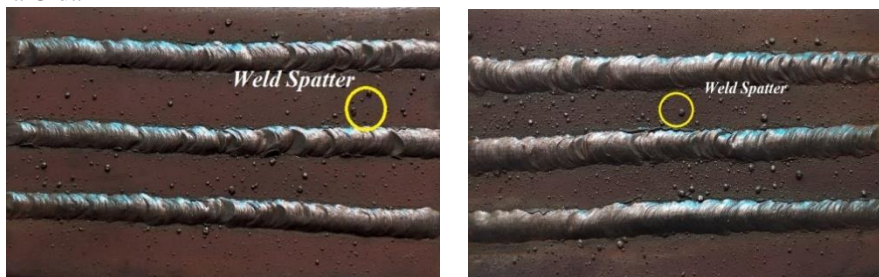
Pengujian makro menurut Bajar, dkk (2021:38) merupakan pengujian yang sifatnya untuk mengetahui perubahan bentuk pada bahan uji spesimen secara visual yaitu berupa pengamatan – pengamatan yang secara langsung terlihat [19].

Sampel mundur pola U dan Z



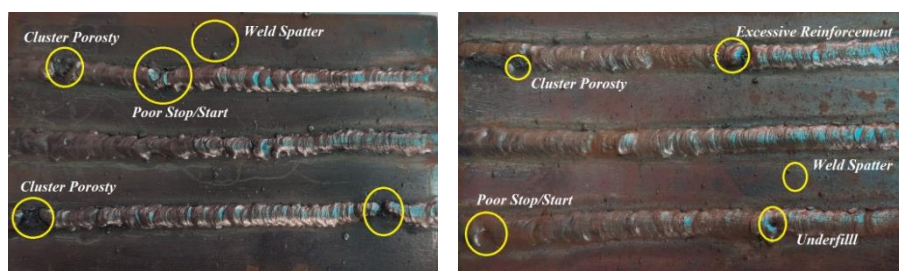
Gambar 2. *Sampel mundur pola U dan Z (80 Ampere) [2]*

Sampel maju pola U dan Z



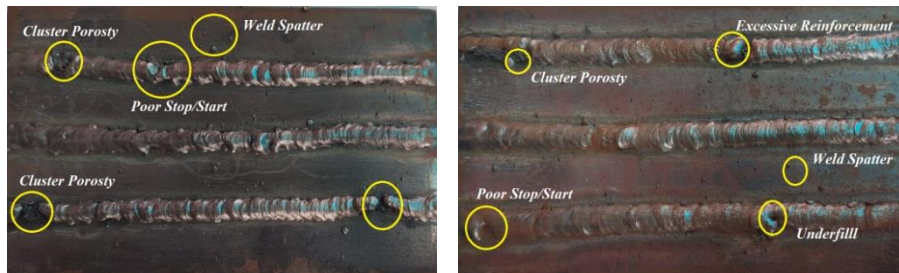
Gambar 3. *Sampel maju pola U dan Z (80 Ampere) [3]*

Sampel mundur pola U dan Z



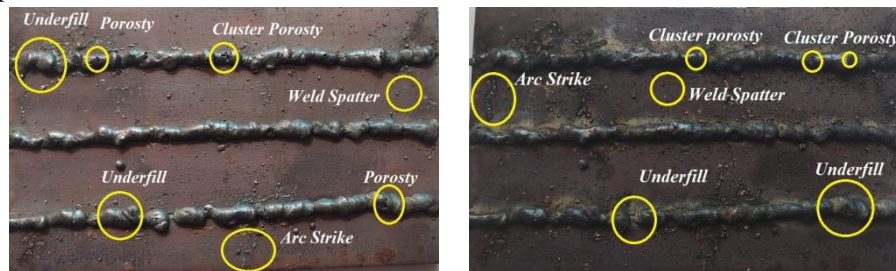
Gambar 4. *Sampel mundur pola U dan Z (60 Ampere) [4]*

Sampel maju pola U dan Z



Gambar 5. Sampel maju pola U dan Z (60 Ampere) [5]

Sampel mundur pola U dan Z



Gambar 6. Sampel mundur pola U dan Z (40 Ampere) [6]

Sampel maju pola U dan Z



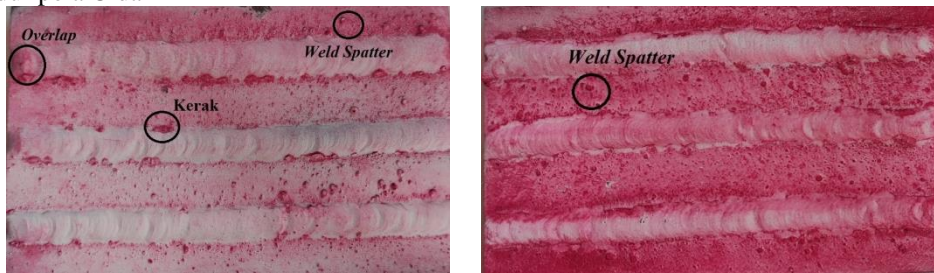
Gambar 7. Sampel maju pola U dan Z (40 Ampere) [7]

Lewat visual mata hasil cacat las pada spesimen 80 ampere terlihat sangat jelas pada gambar diatas akibat adanya percikan lelehan elektroda kemana-mana sehingga terjadi cacat las yaitu *weld spatter* serta cacat las *Underfill* dengan jenis *lack of inter-run Fusion*. Terlihat pada cacat las spesimen 60 ampere memiliki cacat las yang hampir semua sama yakni *weld spatter*, *Cluster porosity*, *Poor start/stop*, *Excessive reinforcement*, *Overlap*, *Underfill*. Pada semua gambar hasil pengelasan diatas pada spesimen 40 ampere terlihat memiliki cacat las yang mengalami porositas atau mengalami pengeroposan dihasil lasnya.

B. Hasil Pengujian Penetrant Test

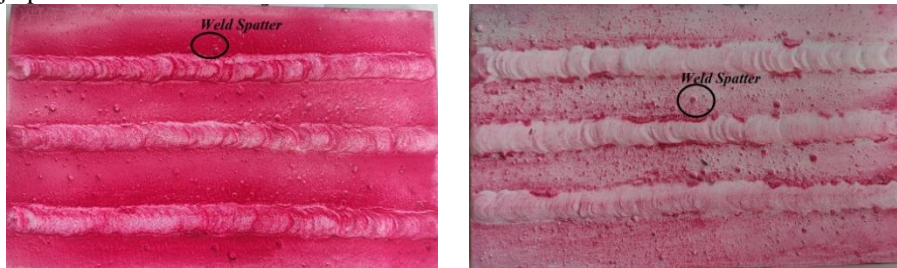
Pengujian *non-destructive testing* (NDT) berdasarkan Ahmad Bahkhor (2021:92) merupakan aktivitas tes atau pemeriksaan suatu benda untuk mendeteksi adanya cacat, retakan, atau diskontinuitas lainnya tanpa merusak benda yang diuji atau diperiksa [20]. Tujuan dari proses pengujian NDT *dye penetrant* menurut Endarmawan, dkk dalam Rama, dkk (2022:67) digunakan untuk mengidentifikasi cacat las halus seperti retakan, lubang atau kebocoran pada permukaan las. Pada prinsipnya, metode pengujian NDT Dye penetrant menggunakan daya kapilaritas [21]. Andika dan Akhmad (2023:57) uji porositas bertujuan untuk mengetahui cacat las yang dihasilkan pada saat proses pengelasan, dalam pengujiannya, bahan uji disemprot dengan larutan pentran lalu dilihat titik mana saja yang mengalami cacat setelah proses pengelasan [22]. Penelitian ini menggunakan jenis uji liquid penetrant test menurut Fajar dalam Gilang, dkk (2023:2) yaitu pengujian untuk mengetahui cacat yang terjadi pada bagian permukaan dengan menggunakan cairan *penetrant* [23]. Berikut adalah gambar spesimen setelah kita lakukan uji *penetrant*:

Sampel mundur pola U dan Z



Gambar 8. Sampel mundur pola U dan Z (80 Ampere) [8]

Sampel maju pola U dan Z



Gambar 9. Sampel maju pola U dan Z (80 Ampere) [9]

Sampel mundur pola U dan Z



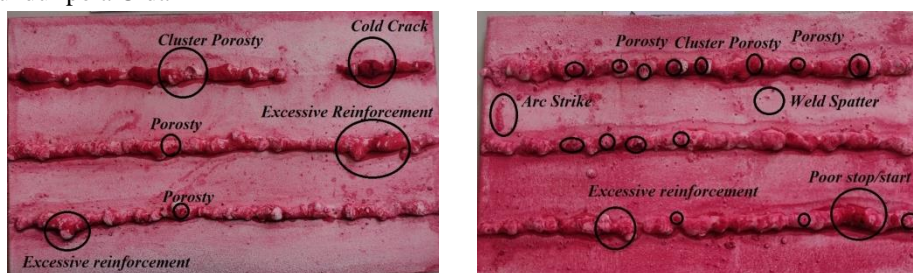
Gambar 10. Sampel mundur pola U dan Z (60 Ampere) [10]

Sampel maju pola U dan Z



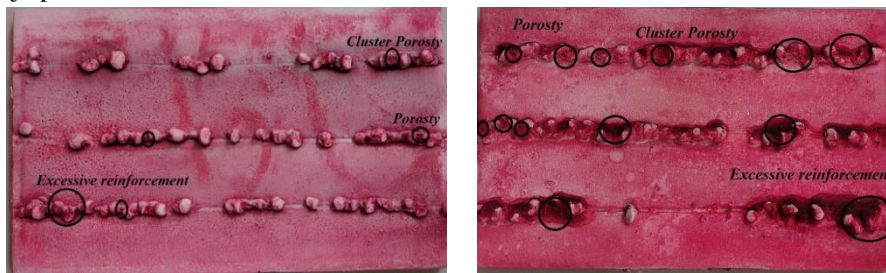
Gambar 11. Sampel maju pola U dan Z (60 Ampere) [11]

Sampel mundur pola U dan Z



Gambar 12. Sampel mundur pola U dan Z (40 Ampere) [12]

Sampel maju pola U dan Z



Gambar 13. Sampel maju pola U dan Z (40 Ampere) [13]

Pada semua gambar hasil visualisasi setelah dilakukan uji penetrasi pada pengelasan spesimen 80 ampere terlihat cacat las *weld spatter*, *overlap*. Pada semua gambar hasil visualisasi setelah dilakukan uji penetrasi pada pengelasan spesimen 60 ampere terlihat cacat las *Porosity* atau *Cluster Porosity*, *Poor start/stop*, *weld spatter*, *Arc Strike*, *Slag inclusion*, *Underfill*. Pada semua gambar hasil pengelasan diatas dengan spesimen 40 ampere terlihat memiliki cacat las yang mengalami porositas atau mengalami pengeroposan dihasil lasnya.

VII. SIMPULAN

Dari hasil analisa data-data pengujian dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa pada proses pengelasan dengan menggunakan teknik pengelasan yang terdiri dari pola gerakan, arah pengelasan dan waktu pengelasan tidak mempengaruhi cacat las pada hasil pengelasan. Cacat pengelasan yang terjadi pada spesimen dikarenakan variasi arus yang digunakan apabila kuat arus yang semakin kecil maka dapat mempengaruhi cacat las sehingga terjadilah sebuah porositas dalam hasil lasan, Beberapa penyebab cacat porosity diantaranya yang paling umumnya arus pengelasan tidak sesuai, kadang terlalu rendah menyebabkan logam cair cepat membeku.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan artikel dengan tepat waktu. Terimakasih kepada instansi terkait yang telah memberikan penulis kesempatan sebagai tempat melangsungkan penulisan artikel.

REFERENSI

- [1] V. D. Primazda dan N. Y. Nugroho, "Sifat Mekanik Pengelasan Smaw Pada Baja Astm A36 Terhadap Variasi Preheating," in *Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia*, 2019, hal. 54–60.
- [2] A. N. Akhmadi dan M. T. Qurrohman, "analisa hasil pengelasan 2G dan 3G dengan bahan plat besi ST 40 ketebalan 10 MM dan Voltase 20-35 menggunakan mesin las MIG," *Nozzle J. Mech. Eng.*, vol. 9, no. 2, hal. 25–30, 2020.
- [3] A. Saputra, "Pengaruh Amper Terhadap Cacat Las Pada Pengelasan Baja Lunak Dengan Menggunakan Pengelasan Smaw Posisi Pengelasan 2F," 2021.
- [4] A. Marwanto, *Shield Metal Arc Welding*. Yogyakarta, 2007.
- [5] Y. Miranda dan A. M. Made, "Analisa Perbedaan Temperatur Pada Material Baja Karbon Rendah S355JO Terhadap Distorsi Pada Pengelasan SMAW," *Zo. Mesin*, vol. 9, no. 1, hal. 10–18, 2018.
- [6] Y. Bontong, "Analisis Pengaruh Arus Pengelasan Dengan Metode SMAW Dengan Elektroda E7018 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Pada Baja Karbon Rendah," hal. 1–18.
- [7] I. Saefuloh, I. Setiawan, H. Istiqlaliyah, Wijoyo, dan A. B. Ulum, "Analisa pengaruh pola gerak elektroda dan kuat arus terhadap kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro baja SS400," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 15, no. 09, hal. 143–148, 2019.
- [8] F. M. Rusdi dan H. Istiqlaliyah, "Study Of The Effect Of Welding Current Variations On Joint Strength And Microstructure Of Cracker Lontongan Chopper Machine," *SINTEK J.*, vol. 17, no. 2, hal. 120–129, 2023.
- [9] A. Asni B, M. Waruni K, dan M. Jaya M, "Identifikasi Citra Cacat Las Menggunakan Metode Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM) dan K-NN," *JTE UNIBA*, vol. 7, no. 1, hal. 261–268, 2022.
- [10] F. Pambudi, H. Athallah, H. Abizar, dan A. Yhuto W.P, "Analisis Pengujian Non Destructive Test Terhadap Hasil Cacat Las SMAW Menggunakan Metode Visual Test," *Semin. Nas. KEPENDIDIKAN FKIP UST*, vol. 1, no. 1, hal. 23–32, 2022.

- [11] S. A. M. I. Naufal, U. Budiarto, dan S. J. Sisworo, “Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Laju Korosi dan Kekuatan Tarik Baja ST 40,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 09, no. 2, hal. 191–198, 2021.
- [12] B. Bagaskara, S. M. B. Respati, dan M. Dzulfikar, “Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Foto Makro Dan Mikro Pada Baja ST 37 Dengan Pengelasan Smaw Untuk Rangka Billboard,” *Momentum*, vol. 15, no. 2, hal. 132–136, 2019.
- [13] Erika dan N. H. Falahi, “Analisa Pengaruh Kuat Arus Las SMAW Terhadap Cacat Pengelasan,” *PRESISI*, vol. 24, no. 1, hal. 51–55, 2022.
- [14] Irwansyah, “Deteksi Cacat Pada Material Dengan Teknikpengujian Tidak Merusak,” *LENZA*, vol. 2, no. 48, hal. 7–14, 2019.
- [15] A. Fazadima, H. Pratikno, dan H. Ikhwan, “Analisis Pengaruh Variasi Heat Input terhadap Uji Impact, Uji Metalografi, dan Laju Korosi pada Pengelasan SMAW Sambungan Pelat Baja A36 dengan Baja Structural Steel 400 (SS400),” *J. Tek. ITS*, vol. 11, no. 3, hal. 38–43, 2022.
- [16] A. E. Purkuncoro, “Analisis Pengaruh Variasi Arus Listrik 90 A, 10 A, 130 A Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW) Pada Baja Karbon JISS50C,” *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, hal. 1–8, 2019.
- [17] Y. D. Anda, “Analisa Hasil Sambungan Las SMAW Pada Material Baja ASTM A36 Dengan Variasi Arus Dan Jarak Kampuh Las,” 2021.
- [18] A. A. Santoso, R. J. Pribadi, dan S. Raharja, “Deteksi Cacat Hasil Pengelasan Pada Baja Karbon Rendah Menggunakan Fungsi Transfer Untuk Non Destructive Test (NDT),” *Pros. Semin. Nas. UNIMUS*, vol. 5, hal. 105–115, 2022.
- [19] B. Sulistiyo, H. Purwanto, dan I. Syafa’at, “Analisis Pengaruh Arus Pengelasan GMAW Terhadap Struktur Makro, Mikro Dan Sifat Mekanik Pada Material Baja Karbon ASTM A36,” *Momentum*, vol. 17, no. 1, hal. 36–42, 2021.
- [20] A. Bahkhor, “Analisa Cacat Hasil Pengelasan Pada Baja Kabon Rendah terhadap Pengaruh Masukan Panas Las,” *SEMNASSTEK*, hal. 90–95, 2021.
- [21] R. W. Sikumbang, M. K. Fahri, dan H. Abizar, “Pengaruh arus listrik terhadap hasil cacat las pada pengelasan SMAW,” *Vocat. Educ. Natl. Semin.*, vol. 01, no. 01, hal. 66–70, 2022.
- [22] A. Ferdi Arfiansyah dan A. H. Ainur Rasyid, “Analisis Pengaruh Variasi Arus Pada Pengelasan SMAW Baja ST 60 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Porositas,” *JTM*, vol. 11, no. 03, hal. 53–58, 2023.
- [23] G. Avilla, B. Suhendra, dan V. Naubnome, “Analisis Variasi Kuat Arus Dan Kelembapan Elektroda Pada Pengelasan SMAW Terhadap Cacat Las Pada Pengelasan Baja SS400 Dengan Metode Nondestructive Test (NDT) Penetrant Testing,” *J. Kaji. Tek. mesin*, vol. 8, no. 2, hal. 1–9, 2023.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.